



SERVEI DE SISTEMES  
D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA  
I TELEDETECCIÓ  
Universitat de Girona

## IV JORNADAS DE SIG LIBRE

### Sistema de información y de gestión de caminos históricos de Guía de Isora, Tenerife

Déborah L. Afonso<sup>(1)</sup>, Josefa Domínguez<sup>(2)</sup>, Jan Schorn<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Técnico de Desarrollo Local, Ayuntamiento de Guía de Isora, eMail: [adl@guiadeisora.org](mailto:adl@guiadeisora.org)  
web: [www.guiadeisora.org](http://www.guiadeisora.org)

<sup>(2)</sup> cenIT The Geo Company SLNE, [jd@cgeo.eu](mailto:jd@cgeo.eu) , [js@cgeo.eu](mailto:js@cgeo.eu)

#### RESUMEN

*El departamento de Desarrollo Local del Ayuntamiento de Guía de Isora, en Tenerife, ha realizado un inventario de los caminos históricos del municipio con el fin de recuperarlos y hacerlos accesible a los ciudadanos. Los caminos se han recogido con la ayuda de señores/as mayores del municipio que han transitado por los mismos, en muchas ocasiones diariamente, hace más de 30-40 años. El inventario realizado está disponible actualmente a través de la página del Ayuntamiento, <http://www.guiadeisora.org/>, mediante la descarga de ficheros PDF. Para mejorar la gestión de los caminos, así como para mejorar la divulgación de la información relacionada con las rutas (seguridad, impactos humanos, señalización, puntos de interés y elementos descriptivos.), el ayuntamiento desarrolla un Geoportal basado en la IDE. El modelo de datos espaciales atiende a dos usos. Por un lado, el de portal informativo para ciudadanos y turistas y por otro lado, el de herramienta interna del propio ayuntamiento para la gestión de los caminos históricos (renovación, limpieza, homologación, etc.). En este segundo uso se tiene en cuenta múltiples criterios entre los que destaca por ejemplo, si el camino pasa por un espacio natural protegido o las relaciones de propiedad existentes (catastro). Para obtener una mejor idea del estado actual de las rutas históricas es imprescindible contar con información amplia y detallada sobre el estado actual de los caminos incluyendo los (I) impactos medioambientales existentes, la (II) seguridad que afecta al senderista, los (III) puntos de interés y la señalización que se encuentra en el camino. Con este fin, se tiene previsto organizar un concurso fotográfico junto con talleres de geotagging gratuitos para ciudadanos. Se prevé premiar fotos digitales relacionadas con estos 4 aspectos. El sistema permite la carga directa de estas fotos a una capa en la base de datos extrayendo la información Exif de las mismas. Esta información se visualizará directamente en el portal o a través de informes PDF que se generan de manera automática por el aplicativo. Dichos informes pueden ser entregados directamente a entidades que se encargan de la limpieza de los caminos o también sirven para la homologación de los mismos*

**Palabras clave:** Participación ciudadana, caminos históricos, desarrollo local, Tenerife, IDE, PostGIS, Geoserver, OpenLayers, geoext

## INTRODUCCIÓN

En el 2007 el Ayuntamiento de Guía de Isora ha publicado la primera edición del inventario de los caminos históricos del municipio. En estos últimos meses, se ha puesto en marcha la segunda fase del proyecto en el que se incluye la recogida de otros caminos que no han sido registrados hasta el momento así como, la puesta en marcha de un SIG web que permita gestionar y publicar la información relativa a los mismos.

Entre las características más importantes de los caminos se encuentra su cartografía (tipo trazado, etc.) y sus correspondientes elementos de interés agrupados en descripciones, seguridad, impactos humanos, puntos de interés y señalización que tienen asociados información multimedia (fotos y audios de entrevistas). El sistema integra también información del entorno de los caminos (Espacios Naturales Protegidos, Modelo de Alturas, Modelo de Pendientes,...).

La información de las rutas históricas recogida por el Ayuntamiento se pone a disposición del público bajo la licencia libre Creative Commons Reconocimiento (by) [1].

Para que este proyecto del Ayuntamiento tuviera éxito era necesario la participación de los señores/as mayores del municipios que poseen un buen conocimiento de estos caminos ya que transitaban por ellos con mucha frecuencia hace aproximadamente 30-40 años. Estas personas han participado de manera voluntaria y desinteresada. En esta segunda fase del proyecto, se pretende reforzar este componente participativo con el fin de superar las típicas carencias de un SIG convencional entre las que destaca, la objetividad, la neutralidad y la representación democrática.

El presente documento se divide en tres partes: la primera parte describe el SIG web libre de los Caminos Tradicionales de Guía de Isora, la segunda parte resume la metodología aplicada en el trabajo de campo así como, la preparación de la información recogida y la tercera parte ilustra el proceso de actualización de la información y la participación ciudadana.

## EL SIG WEB DE CAMINOS TRADICIONALES

Este apartado se describe el SIG y su entorno. Después de una breve descripción de la situación de los caminos tradicionales de Guía de Isora se detallan los principales componentes del sistema, los usuarios existentes y los usos de los mismos.

### Los caminos tradicionales de Guía de Isora, Tenerife

Guía de Isora es un municipio de la provincia Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias. Se encuentra en el Suroeste de Tenerife como muestra Figura 1 y consta de unos 20 mil habitantes distribuidos a 17 núcleos urbanos.

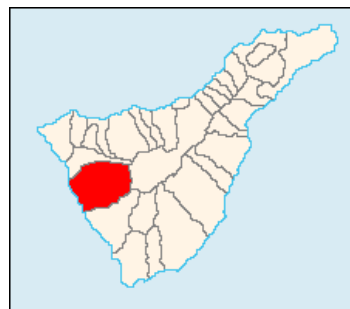


Figura 1: Izquierda: NASA 2001, vientos alisios. Derecha: Situación de Guía de Isora (Wikipedia)

En los últimos años el turismo de sol y playa ha impulsado un notable crecimiento en la zona costera del municipio. No obstante, el turismo de masas no ha llegado a la capital del municipio, situada en las medianías a una altitud de 580m, ni a la montaña con altitudes superiores a 2500 metros. Guía posee un clima soleado y es rica en flora y en fauna.

Se estima la existencia de unos 70 caminos tradicionales en el municipio y sobre muchos de ellos no existe alguna documentación. En la zona costera resulta bastante complicado seguir el trazado del camino por problemas diversos: ocupación del suelo por infraestructuras viarias, invasión del camino por vallo de fincas, etc.

El inventario de caminos realizado en una fase anterior, 25 rutas, está disponible en la web del Ayuntamiento de Guía de Isora [2], mediante la descarga de fichas y mapas en formato PDF.

El objetivo principal del Ayuntamiento con este proyecto es el de rescatar los trazados de los caminos, recuperar esta información antes de perderla, y luego mediante diversos proyectos (limpieza, señalización, homologación, etc) darlos a conocer y promocionarlos. La mayoría de estos caminos no son transitados desde hace 3-4 décadas y esto ha provocado que la vegetación, la erosión y los desprendimientos los hayan cerrado en ciertos tramos.

### **Características del sistema de información geográfica**

Para mejorar la gestión de los caminos así como, para mejorar la divulgación de los mismos (seguridad, etc.), el ayuntamiento desarrolla un SIG web de caminos tradicionales basado en una IDE, (figura 2).

El modelo de datos espaciales se adapta a dos usos, como portal informativo para ciudadanos y turistas y como herramienta interna para la gestión de los caminos históricos (renovación, limpieza, homologación, etc.). Para el segundo uso se tienen en cuenta múltiples criterios entre ellos, si el camino pasa por un espacio natural protegido o el tipo de ocupación de suelo.

Los usuarios de ambos grupos normalmente no necesariamente deben disponer de conocimientos SIG o GPS. El uso del portal, visualización, análisis y actualización de la información, es sencillo e intuitivo siendo un aspecto clave de este aplicativo.

Las tres maneras de interactuar con el aplicativo son mediante el visor cartográfico, mediante un componente que lista todos los caminos disponibles y que tiene incrustada la funcionalidad de búsqueda y mediante un panel de información multimedia. En el caso de que se desee consultar información detallada de un camino en concreto puede hacerlo mediante el visor interactivo o mediante la lista de caminos que puede ser resultado de una búsqueda.

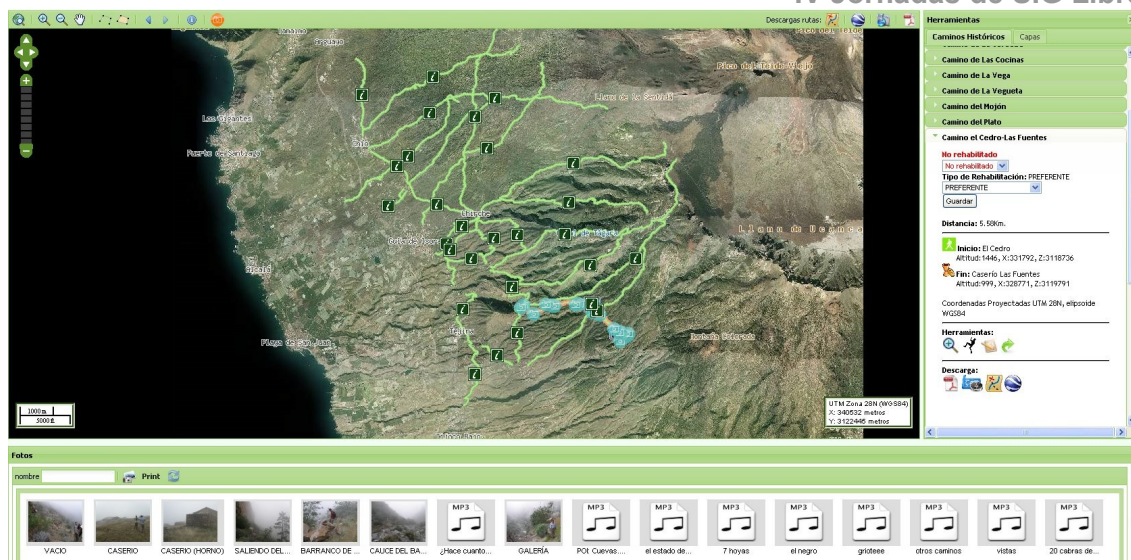


Figura 2: Visualización general de caminos en el Geoportal

El sistema provee herramientas para que usuarios autorizados puedan actualizar la información de los caminos de manera intuitiva y que no requiera de conocimientos SIG o GPS. El proceso LTS (Load Transform Save) de la información geográfica simplificado se describe en apartados anteriores.

Para facilitar la integración en la IDE o en otros sistemas informáticos, la información de los caminos se describe mediante metadatos que usa el perfil NEM recomendado por la IDEE [3], los datos son publicados mediante las URL's de recursos online WMS y WFS estandarizados por la OGC [4].

Los capas de los caminos está disponible también en los formatos como KML (OGC) [4] y shape para permitir su uso directo en aplicaciones de terceros como Google Earth o un SIG. La descarga de los caminos en el formato abierto GPX [5] facilita su carga y uso directo en aplicaciones GPS.

### Componentes del sistema

El sistema está implementado en Ubuntu, Linux. Los repositorios de datos son externos (WMS de la IDE) e internos (PostgreSQL/PostGIS [6], sistema de archivos). Los usuarios acceden a la información mediante el geoportal, mediante los ficheros KML, shape y GPX y mediante los servicios web de caminos en aplicaciones de terceros (Google Earth, gvSIG, etc.). Para actualizar la información de los caminos es necesario loguearse en el sistema. Los componentes del sistema se ilustran en Figura 3.

La tecnología utilizada en la implementación del “gestor de caminos” es Mapfish [7]. Mapfish tiene dos partes: Servidor y Cliente. En este proyecto se ha utilizado únicamente la segunda parte. El cliente Mapfish es un framework JavaScript basado en OpenLayers para la parte de mapas, ExtJS [8] y GeoExt [9] para la parte de GUI. En la lado del cliente, también se ha utilizado JQuery [10]. JQuery es una librería de JavaScript liviana cuya característica principal es la de permitir cambiar el contenido de la página sin necesidad de recargarla mediante la manipulación del árbol DOM y peticiones AJAX.

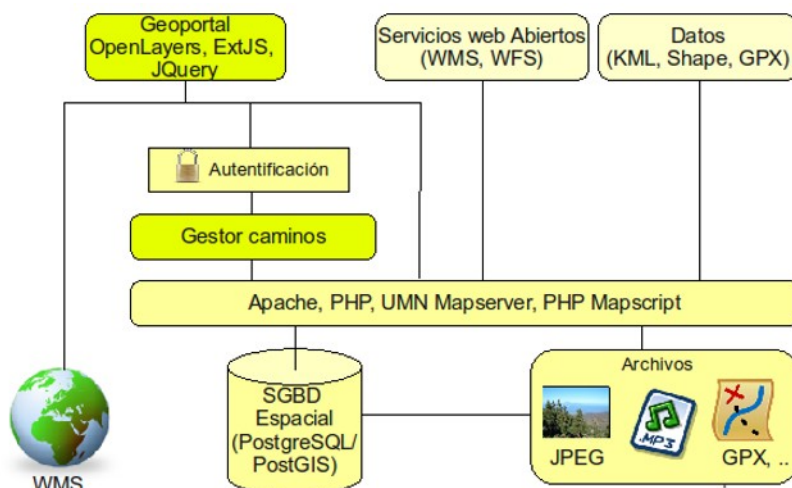


Figura 3: Componentes del sistema

El lenguaje empleado en el lado del servidor es PHP. Lenguaje de programación interpretado orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en la BBDD. Es libre y multiplataforma.

### Los usuarios

El Sistema de Información Geográfica de Caminos Tradicionales de Guía de Isora se orienta principalmente a tres grupos de usuarios:

El primer grupo de usuarios es el Ayuntamiento de Guía de Isora con el objetivo de inventariar los caminos. El inventario de caminos, a su vez, es la base para la limpieza, recuperación de los caminos e incluso la homologación de los mismos.

El otro grupo de usuarios es más diferenciado, está orientado a aquellas personas que están interesadas en los caminos tradicionales y en su entorno sin intereses económicos. Para hacerse una idea mejor de la realidad de los mismos se puede descargar desde el portal una guía impresa indicando previamente la dirección del camino a realizar.

Se añade un tercer grupo, usuarios con fines comerciales.

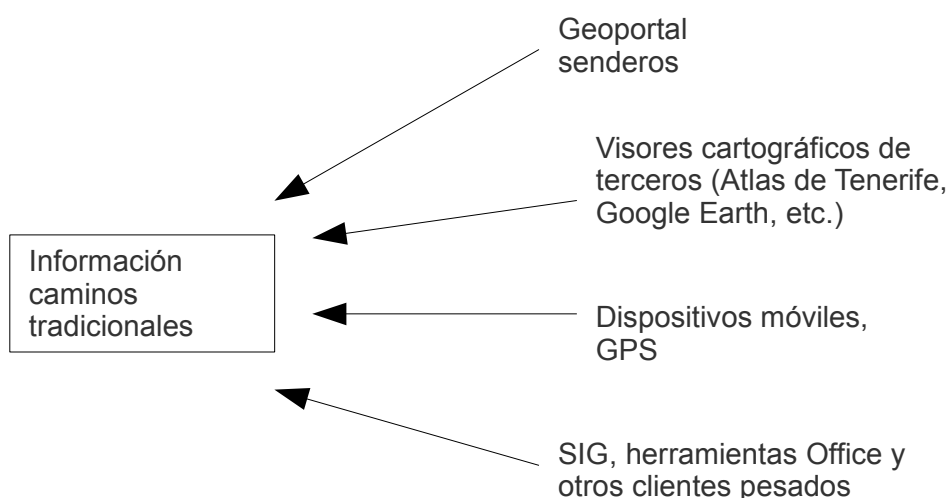


Figura 4: Modos de acceso a la información de caminos



La manera más sencilla de acceder a la información de los caminos es a través de portal web del aplicativo. Alternativamente, la información se puede usar en aplicaciones de terceros y dispositivos móviles como ilustra Figura 4.

En la siguiente tabla se listan los usos del SIG de caminos para cada grupo de usuarios a los que va destinado este aplicativo: los técnicos del Ayuntamiento, aquellos usuarios públicos sin fines económicos y aquellos que persiguen fines económicos. Los primeros dos grupos de usuarios mencionados son los más importantes en esta fase del proyecto.

Tabla 1: Usos de la información del SIG de camino

	<b>Geoportal</b>	<b>Servicios web abiertos, kml y shape</b>	<b>Datos GPS</b>
<b>Ayuntamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Obtener una imagen realidad de los caminos tradicionales</li> <li>* Consultar informes sobre: los puntos inseguros, los impactos humanos y los puntos de interés (hornos, eras, lagares,...) existentes a lo largo de un camino.</li> <li>* Consultar algunas características relevantes de los caminos para su posterior recuperación, como es la propiedad del suelo o las zonas de protección medio-ambiental.</li> <li>* Estimar coste de limpieza y recuperación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Integración de la información en la IDE.</li> <li>* Divulgación de la información de caminos mediante su incorporación en productos de terceros (Portales web, libros, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sirve como base para la limpieza, recuperación y mantenimiento de caminos.</li> </ul>
<b>Uso público sin fines económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Consultar los caminos y la información multimedia relacionada.</li> <li>* Consultar e imprimir las guías descriptivas de las rutas</li> <li>* Imprimir los mapas de los caminos.</li> <li>* Obtener información complementaria (paradas y líneas de guaguas, espacios naturales protegidos, las vías de carreteras más próximas, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Uso de las aplicaciones de terceros (Google Earth, integración en portales de caminos o turísticos, etc.).</li> <li>* Generación de su propia cartografía o rutas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Uso de receptores GPS para senderismo.</li> </ul>
<b>Uso con fines económicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Acceso a la URL de servicios web abiertos y de descarga de datos.</li> <li>* Obtener información complementaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Integración de la información en portales comerciales.</li> <li>* Elaboración de mapas y guías comerciales en papel o en digital de los caminos tradicionales de Guía de Isora.</li> </ul>	

### El SIG de caminos históricos y el uso de mapas

El SIG de caminos es en primera línea un inventario actualizado de los caminos tradicionales de Guía de Isora.

Existe la opción de descargarse un mapa en formato PDF de cada uno de los caminos. No obstante, el uso más importante de los mapas es el de ayudar al usuario a hacerse una idea de la realidad del camino.

El flujo de trabajo en este SIG es diferente al tradicional que se ilustra en la figura 5, que es un flujo lineal y que tiene como resultado final los mapas (Changing role of maps in the analysis process [11]).

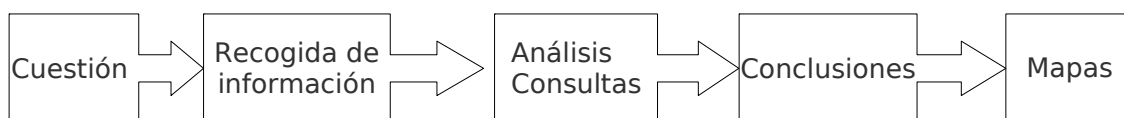


Figura 5: El uso de mapas en los procesos analíticos, enfoque tradicional.

Por ejemplo, una posible cuestión es la estimación del esfuerzo en cuanto a limpieza y recuperación de un camino se refiere. Según la cuestión se requieren datos y herramientas de análisis correspondientes. Frecuentemente, un primer análisis redefine la cuestión inicial o conlleva una cuestión nueva que resolver antes de llegar a las conclusiones finales. Figura 6 esquematiza el uso cíclico del geoportal de caminos. Si retomamos la cuestión inicial de ejemplo, los datos a tener en cuenta son los elementos de seguridad y los impactos humanos. Se hace un análisis y se llega a un resultado. De nuevo surge otra cuestión que es que en estos datos se debe tener en cuenta el tipo de espacio natural protegido por los que pasa el camino ya que según el tipo de espacio la limpieza de los mismos recae en las diferentes entidades públicas.

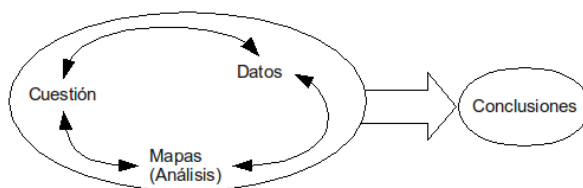


Figura 6: El uso de mapas como herramienta de análisis

### Recogida y preparación de la información

La información geográfica y temática de los caminos históricos existente se ha recogido en dos fases, la primera en el año 2007 y la segunda en el año 2010 mediante un receptor GPS.

En la primera fase del proyecto, las fotografías y la información sobre seguridad, elementos de impactos u otros puntos de interés (vistas, etc.) son características del sendero.

En la actual, todas las descripciones del sendero, las fotografías, los elementos de interés, así como las entrevistas llevadas a cabo a los guías, se han geocodificado para su visualización en el mapa y así, poder listar los elementos de un camino mediante referencia lineal. La relación entre los elementos de interés y los caminos es espacial (figura 7). En la Figura 7 se visualiza el Modelo ER del presente proyecto.

La entidad principal en el Modelo ER es la de “caminos”. A parte de su nombre, su descripción de inicio (des\_inicio), descripción final (des\_final); un atributo importante es “antiguo” que puede tomar dos valores [si/no] dependiendo si se trata de una ruta recogida en el año 2007 o en el 2010 ya que tendrán tratamientos diferentes. Un camino está formado por al menos un tramo. En nuestro proyecto y para simplificar, un camino está formado por un único tramo. A partir de este modelo se puede implementar GP-Routing, aspecto que está fuera de nuestro proyecto actual.

A partir de la información 3D de los tramos se genera el perfil del camino. Se puede generar el perfil dependiendo del sentido del camino seleccionado.

La mayoría de la información de los caminos recogidos en el 2007 se recogen con las entidades “informacion\_antigua”, “informacion\_extra\_antigua” y “poi\_antiguo”. Cada camino antiguo, como hemos comentado, tiene un único tramo y cada tramo tiene sólo una fila en la tabla “informacion\_antigua”. Cada “informacion\_antigua” tiene exclusiva 4 filas en la tabla “informacion\_extra\_antigua” que se corresponde con: los puntos de interés, la seguridad existente, los impactos humanos y la señalización.

Cada tramo del camino tiene asociado uno o más estados [Bueno,Regular,Malo]. Esta información se obtiene resultado de los elementos de interés del propio camino (sobre todo, seguridad e impactos humanos). Cada tramo también tiene uno o varios trazados [Camino/Senda,Pista,Calle/Carretera]. Toda esta información tiene asociado una geometría.

Los atributos claves de las características son: cod\_tCaracterísticas (Tipo de Característica) y cod\_tsCaracterísticas [Tipo de SubCaracterística]. A continuación se describe los posibles valores de estos atributos:

Tabla 2: Características y Subcaracterísticas de los caminos

Tipo de Característica	Tipo de SubCaracterística
<b>Punto de Interés</b>	Patrimonio etnográfico
	Yacimiento arqueológico
	Puntos de cuencas visual
<b>Seguridad</b>	Obstáculos
	Desprendimientos
	Invasión de vegetación
	Bifurcaciones son señalización
<b>Impactos Humanos</b>	Basura
	Tuberías
<b>Señalización</b>	Marcas
<b>Descripción</b>	





Hay dos formas de asociar las características con los tramos: mediante una relación (ver en el gráfico la relación “tramo\_característica”) o mediante la relación geoespacial definida por distancia al camino. En este proyecto se ha utilizado ésta última opción teniendo en cuenta que si el elemento se encuentra a menos de 200 metros del camino entonces pertenece a éste.

La entidad “multimedia” permite almacenar fotos o audio de los elementos de interés. En el modelo una característica tiene asociado cero o más elementos multimedia y un registro multimedia puede ser una característica. Para simplificar el proyecto, una característica tiene asociado un único elemento multimedia y un elemento multimedia sólo puede pertenecer a una única característica.

Finalmente nos queda comentar la entidad “usuario” en la que se almacena tanto a los usuarios del sistema como a los guías de los caminos.

### **El trabajo de campo**

El gran reto para el trabajo de campo es la gran cantidad de información relacionada que se tiene que recoger sobre los elementos de interés del camino sin tener que hacer continuas paradas.

El método que habitualmente se aplica consiste en recoger la información con aplicaciones GPS (Waypoints) o SIG (puntos) tecleándola en el PDA móvil o escribiendo en papel los elementos de interés. Esta manera trabajar ralentiza demasiado la recogida de información. Por lo que se tuvo que buscar un nuevo método a aplicar.

La solución adoptada consiste en recoger la información mediante (I) fotos digitales y mediante (II) grabaciones de audio. Se distinguen dos tipos grabaciones de audio: entrevistas realizadas al guía y los apuntes propios que nos permiten recoger la información de la ruta. Un checklist de las características ayuda al describir el fenómeno observado de una manera unificada (ver Figura 8). Algunos archivos multimedia seleccionados se importan en el sistema y se geoposicionan usando el tracklog del GPS.



Figura 8: *El trabajo de campo: Cámara de fotos, receptor GPS, grabadora audio y checklist para los 'apuntes' propios.*

Las fotos se geoetiquetan directamente en la cámara que contiene un receptor GPS integrado o usando un receptor GPS externo y un software de *geotagging*. En este segundo caso, la hora del GPS y la hora de la cámara deben coincidir. La información de la posición de la cámara al hacer la foto se escribe en el cabecero Exif de la foto en formato jpg.

Los formatos audio, con excepción a .wav que usa Exif, no tienen asociados la etiqueta de la localización por lo que, la geocodificación de los archivos audio se lleva a cabo dentro de la base de datos PostGIS relacionando el track GPS y la grabación audio con la hora. Si existen scripts y procedimientos para etiquetar audio [12], pero no son formatos de geoetiquetas estandarizados.

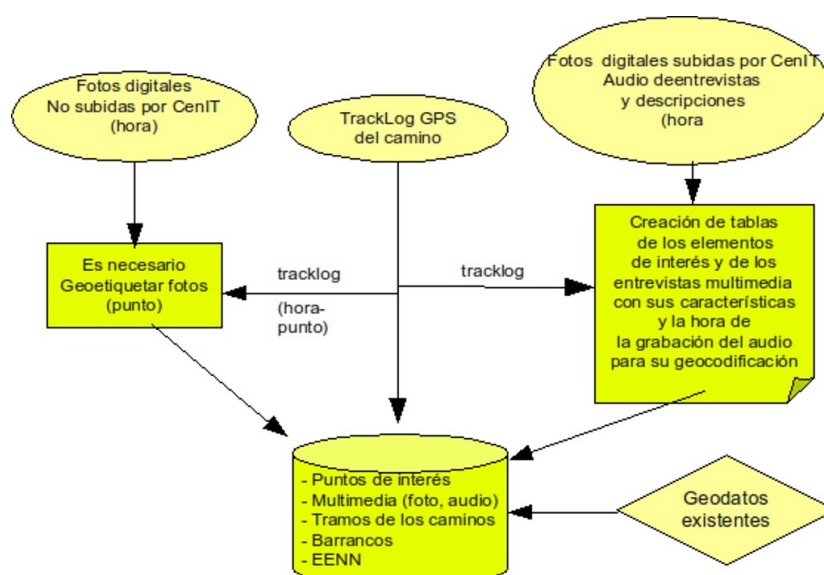


Figura 9: Flujo de trabajo para la recogida y la preparación de la información.

## LA ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una parte de la información necesita ser actualizada continuamente, sobre todo la información de la recuperación del camino, los puntos de seguridad y los impactos humanos encontrados.

### Actualización de los elementos de interés y las descripciones del camino

Un elemento de interés o una descripción nueva puede ser generado al subir y guardar una fotografía geoposicionada. Para la recogida de la información en el campo, el ayuntamiento puede usar una cámara de fotos que integra un receptor GPS. Así, las fotos geoposicionadas por la cámara se suben al sistema directamente.

A continuación se muestra la pantalla que permite crear/editar tanto las fotos generales como los elementos de interés:

Figura 11: Ventana del aplicativo que permite actualizar las fotos generales y los elementos de interés

Para generar un elemento de interés que se incluye en la descripción del camino, el usuario especifica el tipo y subtipo del elemento de interés nuevo a un multimedia. Esto hace que se añada a la capa de elementos de interés.

El proceso de LTS (load, transform, save) de la geoinformación se ha simplificado de una manera que la geoinformación se actualiza editando únicamente las características de los multimedias generales o las multimedias que se han convertido en elementos de interés.

Si se borra el elemento de interés, el multimedia deja de pertenecer a la capa de elementos de interés y pasa a la capa de multimedia general.

### Participación pública: El concurso de fotografía

Debido a la creciente necesidad de la información geográfica y los recursos limitados de la administración pública se requieren nuevos modelos para la actualización de la información en SIG como el de los caminos.

Por ello, se prevé la realización de un concurso fotográfico. Se premian las fotos digitales geoetiquetadas de tres bloques temáticos: Seguridad, Impactos humanos y Puntos de interés (Vistas, Patrimonio, etc.).

Los participantes del concurso suben las fotografías geoetiquetadas en su espacio del geoportal. Antes de su validación, las fotos son invisibles para los demás usuarios. Elementos de seguridad se publican directamente después de su validación para que se añaden al visor cartográfico y a la descripción del camino.

Siendo para muchos una barrera de participación la falta de desconocimiento en el uso de GPS, están previstos talleres gratuitos para los participantes del concurso.

El concurso se realizará entre Carnavales y Semana Santa, primeras conclusiones se incluyen en la presentación del proyecto.

## CONCLUSIONES

El SIG de caminos ha simplificado el proceso de carga, transformación y almacenamiento de la información geográfica relevante, con el fin de hacer accesible el sistema a usuarios sin conocimientos ningunos en SIG. Para actualizar el sistema el usuario simplemente sube fotos geoposicionadas y/o edita las características (descripción, tipo y subtipo, etc.) de las fotos.

El uso de audios geocodificados ha resultado bastante útil al recoger los datos en el campo. Curiosamente no existe un estándar abierto aún para geo-etiquetar archivos de audio.

## REFERENCIAS

- ♦ [1] Creative Commons <http://es.creativecommons.org/>
- ♦ [2] Ayuntamiento de Guía de Isora <http://www.guiadeisora.org/>
- ♦ [3] IDEE: Núcleo Español de Metadatos  
<http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>
- ♦ [4] OGC <http://www.opengeospatial.org/>
- ♦ [5] GPX: el formato GPS de intercambio <http://www.topografix.com/gpx.asp>
- ♦ [6] PostgreSQL <http://www.postgresql.org/> y PostGIS <http://postgis.refractory.net/>
- ♦ [7] Mapfish <http://www.mapfish.org/>
- ♦ [8] Extjs <http://www.extjs.com/>
- ♦ [9] GeoExt <http://www.geoext.org/>
- ♦ [10] JQuery <http://jquery.com/>
- ♦ [11] O'Sullivan, David y Unwin, David (2003): Geographic Information Analysis. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- ♦ [12] Schuyler Erle, Gibson Rich, Walsh, Jo (2005): Mapping Hacks. O'Reilly